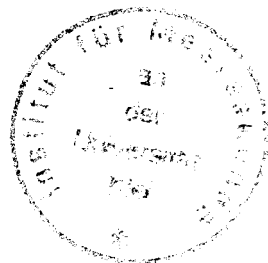


01085

Beitrag zur Kenntniss der Orosphaeriden.

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der hohen philosophischen Fakultät
der Königlichen Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
vorgelegt von
Curt Riecke
aus Hamburg.



KIEL 1910.

Druck von Lüdtké & Martens, vorm. P. Peters,
Knooper Weg 144.

19. März 1917

Zum Druck genehmigt:
Dr. C. Neumann.
z. Z. Dekan.
Kiel, 22. Januar 1910.

Meinen Eltern.

Die Anregung zu vorliegender Arbeit verdanke ich Herrn Geheimrat Prof. Dr. K. Brandt, welcher mir auch in liebenswürdiger Weise das von der Plankton-Expedition herstammende Material sowie die einschlägige Litteratur zur Verfügung stellte. Hierfür möchte ich gleich an dieser Stelle Herrn Geheimrat Brandt meinen herzlichen Dank aussprechen.

Das von dem „National“ heimgebrachte Material war gleich nach der Rückkehr im hiesigen zoologischen Institut sortiert und in kleinen, mit Korkstopfen verschlossenen Glasröhrchen aufbewahrt worden. Da sich an dem starkentwickelten Stachelwerk der Orosphaeriden oft Detritus in beträchtlicher Menge festgesetzt hatte, so musste erst eine sorgfältige Reinigung stattfinden, was jedoch bei der Sprödigkeit des Kieselgerüsts mit ziemlichen Schwierigkeiten verbunden war. Bei der Untersuchung der Tiere, von denen mir ungefähr 50 Individuen zur Verfügung standen, kam es mir neben dem Studium der Gitterschale auch besonders auf dasjenige des Weichkörpers an, dessen Entwicklungsverhältnisse ich, soweit es überhaupt an konserviertem Material möglich ist, zu erforschen mich bemühte.

Als ich meine Untersuchung begann, waren von Haecker, welcher die Orosphaeriden der Deutschen Tiefsee-Expedition bearbeitete, noch keine Veröffentlichungen über dieses Gebiet erschienen, mit Ausnahme einer kurzen Bemerkung in einer seiner vorläufigen Mitteilungen, in welcher er kundgibt, dass er sich genötigt gesehen habe, „das formenprächtige Geschlecht der Orosphaeriden aus dem Verbands der Tripyleen auszuschalten“ und den Spumellarien einzureihen. Weihnachten 1908 erschien Haeckers ausführliche Arbeit, welcher schon einige kleinere Arbeiten vorausgegangen waren; ich sah mich daher genötigt, auf Grund der Haeckerschen Angaben meine Untersuchungen, welche ihrem Abschlusse nahe waren, noch einmal

aufzunehmen und auf ihre Richtigkeit zu prüfen. Dem von Haecker beschriebenen Entwicklungsgang konnte ich mich jedoch nicht anschliessen, da der Autor allem Anscheine nach die Stadien der Gamogonie (Anisosporenbildung Brandt's) und der Agamogonie (Isosporenbildung) zu einem Entwicklungszyklus vereinigt hat.

Im Folgenden will ich in Kürze die Ergebnisse meiner Untersuchungen, sowie einen Überblick über die bisher erschienene Litteratur geben. Die ausführliche, mit Zeichnungen versehene Arbeit wird in Bälde in den Ergebnissen der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung erscheinen.

Literatur über die Orosphaeriden.

Die *Orosphaeriden* wurden zum ersten Mal von Haeckel (1887) beschrieben. Dieser Autor unterschied auf Grund des vom „Challenger“ heimgebrachten Materials 4 Genera mit zusammen 27 Arten. Die Genus- sowohl als auch die Artunterschiede liegen nur in der verschiedenen Ausbildung der Gitterschale. Das Genus *Orona*, welches von Haeckel als die „ancestral form“ angesehen wird, besitzt eine kugelige oder schwach ellipsoide Gitterschale ohne Radialstacheln, von ihm leitet sich das Genus *Orosphaera* ab, welches durch den Besitz von Radialstacheln ausgezeichnet ist; je nach der Ausbildung dieser Stacheln zerfällt das Genus in die Subgenera *Oronium* und *Orothamnus*, im ersteren sind die Radialstacheln einfach, im zweiten verzweigt. Die Genera *Orona* und *Orosphaera* werden zur Subfamilie *Oronida* zusammengefasst. Dieser Subfamilie steht die der *Orosценida* gegenüber; sie zeichnet sich durch den Besitz von pyramiden- oder zeltförmigen Erhebungen aus, und umfasst die Genera *Orosцена* und *Oroplegma*. Das letztere

Genus unterscheidet sich von dem ersten durch die Entwicklung einer spongiösen Hülle oder einer äusseren Schale. Auch diese werden auf Grund weiterer Schalenunterschiede wieder in je zwei Subgenera geteilt.

Der Bau des Weichkörpers, speziell der Zentralkapsel soll völlig mit demjenigen der Phaeodarien (Tripyleen) übereinstimmen, weshalb Haeckel die *Orosphaeriden* auch dieser Legion der Radiolarien zuweist.

Die *Orosphaeriden* gehören zu den grössten bekannten Protozoen. Ihre Gitterschale erreicht einen Durchmesser von 2—3 mm und setzt sich aus mehr oder minder groben Balken zusammen, welche verschiedengestaltete, polygonale Maschen zwischen sich einschliessen. Die zylindrischen oft mit kleinen Dornen versehenen Balken lassen, besonders nach dem Glühen eine feine Längsstreifung, als Ausdruck einer konzentrischen Schichtung, und einen feinen Achsenkanal erkennen. Unter den vorkommenden Radialstacheln unterscheidet Haeckel zwei Typen, einen keulenförmigen, welcher die Grösse des Schalendurchmessers besitzt und am distalen Ende bedornt oder mit netzförmigen Vertiefungen versehen ist. Der zweite Typus ist länger als der Schalendurchmesser, meist glatt, mitunter auch schwach bedornt und oft mit Seitenstacheln versehen, welche ihrerseits häufig Anastomosen bilden.

Die *Orosphaeriden*, welche von Haeckel als Tiefseeformen angesehen werden, wurden von der „Challenger“-Expedition sowohl im Atlantik und Pazifik, besonders in den zentralen Gebieten erbeutet. Auch im Indik wurden zwei Exemplare gefangen. Den Umstand, dass diese grossen Radiolarien bisher nicht bekannt waren, sucht Haeckel dadurch zu erklären, dass diese Formen Bewohner grosser Tiefen und bei geringer Zahl nur auf bestimmte kleine Verbreitungsgebiete beschränkt sind. Der grösste Teil der beschriebenen Formen stammte aus dem Radiolarienschlamme und war nur in Bruchstücken vorhanden.

In der 1888 erschienenen Monographie der Radiolarien gibt Haeckel kursorisch den Bau der Phaeodarien (Tripyleen) an, wobei auch hin und wieder der *Orosphaeriden* gedacht wird. Neues wird über diese Familie nicht hinzugefügt.

A. Borgert (1892) hebt das starke, schon von Haeckel in seiner Monographie erwähnte Variieren der Artcharaktere hervor und bezweifelt die Angabe Haeckel's, das wir in den Orosphaeriden Tiefseeformen vor uns hätten, da die Fänge des „Challenger“ alle nur mit offenen Netzen ausgeführt worden sind; es sei daher nicht ausgeschlossen, dass die Individuen aus höheren Wasserschichten stammten.

Im „Nordischen Plankton“ (1901 a) gibt Borgert im engen Anschluss an Haeckel eine Übersicht über die nordischen Tripyleen-Arten. Er stellt hier auf Grund zweier in der Irminger-See vom „National“ erbeuteter Radiolarien, die neue Art *Orosцена regalis* auf. Die Gitterschale ist kugelig oder ellipsoidisch, mitunter leicht polyedrisch. Die Hauptachse verkürzt, die Apikalfäche stärker gewölbt als die Basalfäche. Die in Kreisen um die Hauptachse angeordneten Radialstacheln fehlen auf der Basalfäche. Sie sind cylindrisch bis leicht keulenförmig und mit Dornen besetzt, an der Basalfäche sind sie am längsten, ebenso lang oder länger als der grösste Schalendurchmesser, und nehmen nach dem Scheitel zu ab, bis zum halben Schalendurchmesser. Die Radialstacheln sind von Seitenstacheln besetzt, die auch ihrerseits wieder Nebenstacheln tragen. Vereinzelt findet eine Anastomosenbildung der Seitenstacheln statt. Die Seitenstacheln sind an den die Basalfäche umsäumenden Radialstacheln am stärksten entwickelt und nehmen in apikaler Richtung ab; den Stacheln um den Scheitel fehlen sie völlig. Das mit kleineren oder grösseren Dornen versehene Balkenwerk lässt unregelmässig polyponale, meist viereckige Maschen zwischen sich. Oft ist auch das ganze Balkenwerk der Schale mit kleinen, bedornen Nebenstacheln besetzt. Die Verschiedenartigkeit in der Ausbildung und Anordnung der Radialstacheln macht vielleicht die Aufstellung einer neuen Gattung notwendig.

Haecker (1904 a) scheidet alsdann die Orosphaeriden aus der Legion der Tripylen aus und stellt diese Familie zu den Thalassosphaeriden, mit denen sie in der Beschaffenheit der Zentralkapsel und der Art der Sporenbildung nähere Beziehungen zeigen,

Später (1906a) stellt Haecker die Orosphaeriden zusammen mit der neuen, von ihm errichteten Familie der Thalassothamniden zu der von Brandt revidierten Ordnung der *Colliden*. Weiterhin versucht Haecker die Gitterschale der Orosphaeriden von dem Radialstrahlenbündel der Thalassothamniden, besonders von *Thalassothamnus ramosus* abzuleiten; es sollen die basalen Teile der Radialstacheln eine Rückbildung erfahren haben, während ihre Seitenäste zu der Gitterschale zusammengefloßen sind.

Der Bau des Weichkörpers wird nur kurz erwähnt, und durch Vergleich mit dem von Cytocladus, Thalassothamnus und Thalassoxanthium die Zusammengehörigkeit dieser Genera klarzulegen versucht.

Eine ausführlichere Beschreibung der Organisation des Weichkörpers und der Fortpflanzungsverhältnisse gibt Haecker in seiner Arbeit »Über Chromosomen- und Sporenbildung bei Radiolarien« (1907). Die nur zarte Zentralkapselmembran der Orosphaeriden ist mit zotten- oder leistenförmigen Erhebungen versehen, und besitzt eine kugelige oder ellipsoide Gestalt. Das stark vakuolisierte Protoplasma zeigt peripher eine deutliche radiäre Zerklüftung. In den Vakuolen sind oft zahlreiche, verschieden gebaute Konkretionen vorhanden, welche Haecker im Anschluss an Hertwig als Reservestoffe ansieht. In den Kernen jugendlicher Individuen erblickt man viele (1600—1800) »blasse, knäuelartige Bildungen«, die sog. Einzelknäuel, welche durch Umwandlung die »Chromosomenbläschen« bilden sollen. Dies sind grobwabige plasmatische Gebilde, welche mehrere Chromatinschleifen enthalten. Die mehrschleifigen Bläschen entstehen wahrscheinlich durch Zusammenfluss von einschleifigen, die Grösse der Bläschen ist daher verschieden, auch die Zahl derselben ist schwankend (8—20 und mehr). Haecker sieht in diesen Vorgängen der Bildung von Chromosomenbläschen, die »Prophasen eines Teilungsvorganges«. Diesen glaubt Haecker in dem »Teilungsstadium« gefunden zu haben. Dieses Entwicklungsstadium zeigt zwei sehr lockere, blasse Kerne, welche von einem feinen, zu regelmässig verteilten Herden verdichteten Fadenwerk erfüllt und jeder von einer Zone »Neu-

plasma“ umgeben sind. In jedem der Kerne sind noch zwei „schaumig strukturierte nukleolusartige Binnenkörper“ vorhanden. Das Ganze wird von einer dünnen Endoplasmaschicht umhüllt.

In dem nun folgenden „Differenzierungsstadium“ soll einer der Kerne wieder die Gestalt des Primärkernes annehmen, sein Neuplasmahof soll sich mit dem eigentlichen Kapselplasma vereinigen. Diesem sog. „Dauerkern“ steht der „Geschlechtskern“ gegenüber, der sich bei der Weiterentwicklung, samt seinem Neuplasma zweimal teilt, sodass wir also 4 Geschlechtskerne und einen Dauerkern erhalten.

Die Geschlechtskerne lösen sich im „Desintegrationsstadium“ in die Einzelknäuel auf; diese sind alsdann als Sporen-mutterkerne in den Plasmabalken und um die Konkretion gelagert. Haecker bezeichnet dieses Stadium auch als „Reduktion im grossen Stiele.“ Durch fortgesetzte Teilung der Sporen-mutterkerne und Tochterkerne werden die Sporennester gebildet, welche schliesslich das ganze Endoplasma erfüllen. Haecker hat ihre Zahl auf 6000 berechnet. Die Teilung der Kerne verläuft oft unter dem Bilde von Pro-, Meta- und Telophasen. Die Reservestoffe, d. h. die Konkretionen sind fast vollständig geschwunden. Die Anordnung der Sporenkerne lässt sich, wie Haecker angibt, am besten mit einer von Brandt (1890) gegebenen Skizze, welche die Anisosporenbildung von *Thalassicolla* darstellt, in Übereinstimmung bringen.

Nach Angabe Haeckers soll der Dauerkern sich während des Zerfalls des Geschlechtskernes zur abermaligen Teilung anschicken. Es lege uns hier also ein Fall von periodischer Sporenbildung vor. Haecker sieht hierin eine Anpassung an den Besitz einer stark entwickelten Kieselschale, welche eine vegetative Vermehrung durch Zweiteilung nicht zulässt. Die Chromatinelemente, in welche sich der Kern desintegriert, sind die Einzelknäuel, welche von Haecker als vollkommen selbstständige, schon im Primärkern vorgebildete Elemente oder Individuen angesprochen werden.

In der definitiven Arbeit „Die skelettführenden Collodarien als Trabanten der Tripyleen“ (1908p. 388ff) fasst Haecker die Ergebnisse seiner Untersuchungen zusammen. Betreffs der

■

Beschreibung der Gitterschale von *Oroscena regalis* Borg. stimmt Haecker vollkommen mit Borgert überein. Das aus cylindrischen Balken gebildete Gitterwerk stellt eine kuppel- oder glockenförmige Schale dar, welche von Radialstacheln besetzt ist. Die Basen dieser Radialstacheln sind durch stärkere kontinuierliche Balken verbunden, welche die gesamte Gitterschale in polyponale, meist drei- oder viereckige Felder teilen. Am Apikalpole stossen fast immer vier derartige Balken unter fast rechten Winkeln zusammen. Von der Vereinigungsstelle dieser Balken erheben sich stets zwei bis drei mehr oder weniger keulenförmige Radialstacheln, welche die für *Oroscena regalis* typische Apikalgabel bilden. Die von dem Balkenwerk eingeschlossenen, polygonalen Maschen sind am Scheitelpole enger als auf der basalen Hälfte. In ihr Lumen ragen kleine Dornen hinein, die an den zarteren Balken am stärksten entwickelt sind, während sie an den derberen nur als Höcker erscheinen. Im Innern der Gitterschale hat Haecker mehr oder minder unregelmässig verzweigte Balken beobachtet, die er als „Verstärkungsleisten“ betrachtet, und die in ihrer Gesamtheit eine Art Polster für die Zentralkapsel bilden können.

Die Radialstacheln treten in zweierlei Form auf; diejenigen der Apikalfläche sind cylindrisch oder schwach keulenförmig, an den distalen Teilen bedornt oder mit netzförmigen Erhebungen versehen, während die proximalen Teile fast glatt sind. Diese Radialstacheln, welche durchschnittlich die Grösse des halben Schalendurchmessers besitzen, sind in unregelmässigen Kränzen um die Hauptachse angeordnet. Die Basalstacheln, welche die Basalfläche umstehen, sind cylindrisch, so gross oder grösser als der Schalendurchmesser und mit Seitenästen versehen, welche ihrerseits auch wieder Seitenstacheln tragen können. Die Stacheloberfläche ist glatt. Die Seitenstacheln treten oft miteinander in Verbindung, doch soll sich diese Anastomosenbildung nur auf die Basalstacheln beschränken. Haecker hat mehrere Formen beobachtet, die ein geschlossenes Ringgeländer ausgebildet hatten, und sie als Variation mit dem Beinamen *oroplegmoides* belegt.

Seine schon in einer früheren Arbeit niedergelegte Ansicht über die phylogenetische Entwicklung des Orosphaeridenskeletts ändert Haecker dahin ab, dass er die Gitterschale nicht als ein Verschmelzungsprodukt der Seitenstacheln von *Thalassothamnus* auffasst, sondern in ihr eine Bildung „sui generis“ sieht. Zu dieser Änderung seiner ursprünglichen Ansicht wurde Haecker durch die schon erwähnten Verstärkungsleisten veranlasst, welche infolge ihrer mannigfachen Ausbildung nicht mit dem Balkenwerk der Gitterschale, sondern nur mit den Seitenstacheln zu identifizieren sind.

Auch hinsichtlich des Baues und der Entwicklungszustände des Weichkörpers wiederholt Haecker die schon früher gemachten Angaben. Das Extrakapsulum ist von dicht nebeneinander gelagerten „Alveolen“ erfüllt, ausserdem sind im Pseudopodienmutterboden noch phaeodellenartige Gebilde gelegen, welche von Haecker als Nahrungsbällen angesprochen werden. Die mit kleinen Zöttchen besetzte, dünne Zentralkapselmembran umschliesst das von zahlreichen Alveolen durchsetzte Endoplasma, dessen periphere Schichten die schon von Haeckel und Hertwig für andere Radiolarien beschriebene Radiärstreifung erkennen lassen. Die in den Plasmabrücken oder in den Alveolen gelegenen Konkretionen und Ölkugeln, welche allem Anscheine nach Reservestoffe darstellen, werden bei der Sporenbildung resorbiert, sodass man sie in den späteren Entwicklungsstadien nur noch vereinzelt antrifft.

Der anfangs dünnen, später beträchtlich an Dicke zunehmenden Kernmembran sind „dunkelfärbbare, scheibenförmige Gebilde“ aufgelagert, über deren Bedeutung Haecker nichts ermitteln konnte. Die starke Dickenzunahme der Kernmembran legt Haecker die Vermutung nahe, dass das scharf gegen das Endoplasma abgegrenzte Neuplasma vielleicht mit der Verdickung der Membran in Beziehung zu bringen sei, sich vielleicht daraus gebildet habe. Das Neuplasma des beim Differenzierungsstadium zum Dauerkern werdenden Teilkernes soll sich mit dem Kapselplasma vereinigen.

Betreffs der Verbreitung der Orosphaeriden gibt Haecker an, dass sie in den verschiedensten Gebieten beobachtet sind,

so in der Irminger-See, im Atlantik, in der Antarktis, im stillen und im indischen Ocean. Im Mittelmeer sind sie bisher noch nicht gefunden worden. Mit Haeckel ist auch Haecker der Ansicht, dass wir in den Orosphaeriden skoto- und nyktoplanktonische oder Dämmer- und Dunkel-Formen vor uns haben.

In systematischer Hinsicht schliesst sich Haecker in seiner Definition von *Orosцена regalis* eng an Borgert an: „Schale leicht polyedrisch, monaxon ungleichpolig, mit gewölbter Apikal- und abgeplatter Basalfläche, mit unregelmässigen, meist viereckigen Maschenlücken und bedornten Balken. Stachelbasen mehr oder weniger pyramidenförmig ausgezogen.“

„Radialstacheln der apikalen Fläche kürzer als der Schalendurchmesser, cylindrisch bis keulenförmig, mit dorniger Oberfläche, am Scheitel selber in einer Gruppe von zweien oder dreien (Apikalgabel), im übrigen in mehreren unregelmässigen Kränzen um die Hauptachse angeordnet. Die Radialstacheln am Rande der Basalfläche (Basalstacheln) länger als der Schalendurchmesser, mit verzweigten und bedornten Seitenästen besetzt, zuweilen untereinander anastomosierend.“

„Höhe der Gitterschale 1,4—1,5 mm, grösste Breite 1,6—1,8 mm, Länge der Basalstacheln 2—2,2 mm, grösster Durchmesser des gesamten Tieres 4—4,5 mm.“

Die Variabilität der Gitterschale veranlasste Haecker zur Aufstellung von vier Typen oder Varianten. Je nach der Ausbildung der Schale unterscheidet er *Orosцена regalis gracilis*, *O. r. intermedia*, *O. r. robusta* und *O. r. oroplegmoides*. Diese Formen sind jedoch durch Übergänge miteinander verbunden, und da sie nicht durch bestimmte Örtlichkeiten bedingt sind, sondern an einer und derselben Stelle in den verschiedenen Typen auftreten, so hält Haecker es nicht für ausgeschlossen, dass die zarteren Stadien jüngere Entwicklungsstufen darstellen als die derben.

Die Gitterschale.

Für die Untersuchung standen mir 48 Individuen zur Verfügung. Wenn die Tiere auch hier und da verletzt waren, ihnen einige oder mehrere Stacheln fehlten, so war doch der Gesamtcharakter stets erhalten geblieben. Wie die Untersuchung ergab, war der Habitus aller Gitterschalen derselbe, und nur die sekundären Merkmale, wie zum Beispiel die Ausbildung der Seitenstacheln oder der Nebenstacheln, zeigten Verschiedenheiten, die aber durch Übergänge miteinander verbunden waren, sodass eine Aufteilung in mehrere Arten unmöglich war.

Die Gitterschale der Orosphaeriden erreicht eine Breite von 1,3—1,9 mm und eine Höhe von 1,2—1,6 mm. Das Verhältnis von Höhe zur Breite ist sehr wechselnd; im Allgemeinen ist jedoch die Breite um ein Beträchtliches grösser. Die Schale zeigt einen deutlich monaxonen ungleichpoligen Bau. Die apikale Hälfte ist stets stärker gewölbt, glocken- oder kuppelförmig, als die Basalfläche. Die Schalenoberfläche zeigt mitunter einen mehr kugeligen, meistens jedoch einen polyedrischen Bau, welcher letzterer durch die derberen Verbindungsbalken der Radialstachelbasen bedingt wird. Noch unregelmässiger gestaltet sich das Aussehen der Gitterschale, wenn die Stachelbasen noch zu pyramidenartigen Erhebungen ausgezogen sind.

Das Gitterwerk der Schale wird von mehr oder minder starken, cylindrischen Balken zusammengesetzt. In die eingeschlossenen polygonalen, mitunter auch rundlichen Maschen ragen oft kleine Dornen hinein, welche an dem zarten Balkenwerk am ausgeprägtesten sind, während sie an den derben Balken nur als Höcker erscheinen. Ist das Gitterwerk in vielen Fällen vollkommen glatt, so tritt in anderen eine Bedornung der Balken auf, welche um den Scheitelpol am deutlichsten ist. Oft

auch ist die ganze Schale mit kleinen, auch wieder bedornten oder mit Seitenstacheln versehenen Nebenstacheln besetzt, die in sehr wechselnder Zahl auftreten.

Die Basen der Radialstacheln sind durch besonders derbe Balken untereinander verbunden, hierdurch erscheint die Schalenoberfläche in polyponale Felder geteilt, die auf der Apikalfläche deutlicher in die Erscheinung treten als auf der Basalfläche.

Besonders bemerkenswert sind die, auch von Haecker schon hervorgehobenen Balken, welche meistens zu vierten am Apikalpole zusammenstossen. Sie treffen entweder in einem oder in zwei dichtbeieinander gelegenen Knotenpunkten zusammen und zwar in der Weise, dass sie ungefähr Winkel von 90° einschliessen und so dass Scheitelfeld in ungefähr vier gleiche Quadranten teilen. In den Knotenpunkten erheben sich zwei, bisweilen wohl auch drei divergierende Radialstacheln, so dass dadurch der Eindruck eines sechsstrahligen Doppelspikulums hervorgerufen wird. Haecker (1908 pag. 411) schreibt darüber wie folgt: Beim Anblick dieser regelmässigen Apikalbildungen gewinnt man durchaus den Eindruck, als ob ein grosses sechsstrahliges Doppelspikulum der Kieselschale eingelagert sei, bzw. bei ihrem Aufbau Verwendung gefunden habe, derart, dass die beiden Knotenpunkte, der kurze, sie verbindende Mittelbalken, sowie zwei Paare von Strahlen Bestandteile des Schalengerüsts selber darstellen, während je ein von jedem Knotenpunkt entspringender Strahl sich zu einem Radialstachel (Ast der Apikalgabel) umgebildet hat.“

Sehr charakteristisch für *Orosцена regalis* sind die Radialstacheln, von denen man zwei Typen unterscheiden kann. Die cylindrischen bis schwach keulenförmigen Apikalstacheln sind selten glatt, sondern besitzen, besonders in der distalen Hälfte, eine mehr oder weniger dornige Oberfläche. Im allgemeinen ist die Gestalt der Apikalstacheln gerade gestreckt, mitunter jedoch sind die Spitzen ein wenig zum Scheitel emporgehoben, sodass sie eine schwach gekrümmte oder auch gewellte Form annehmen. Je nachdem ob die Basalstacheln mit zahlreichen Seitenstacheln versehen sind oder nicht, sind auch die Apikalstacheln, allerdings in viel geringerem Grade mit Seitenästen

versehen. Die Ausbildung dieser Seitenstacheln nimmt alsdann vom Scheitel aus, in dessen näheren Umgebung nur einmal solche Bildungen beobachtet wurden, nach der Basalfläche hin zu. Diese Seitenstacheln können auch untereinander Anastomosen bilden. Die Grösse der Apikalstacheln kommt ungefähr derjenigen des halben Schalendurchmessers gleich.

Den anderen Typus stellen die am Übergang der Apikal- in die Basalfläche inserierten Basalstacheln dar. Ihre Grösse übertrifft meistens diejenige des Schalendurchmessers; sie sind vollkommen cylindrisch, nach der Spitze sich schwach verjüngend. Auch ihre Ausbildung lässt verschiedene Möglichkeiten zu, entweder sind sie ohne Seitenstacheln, oder es sind nur schwach ausgebildete vorhanden, oder aber die Seitenstacheln sind stark entwickelt und tragen ihrerseits wieder Seitenäste. Die Grösse dieser Seitenstacheln nimmt von der Basis nach der Spitze zu ab. Besonders die basalen Seitenstacheln zeigen eine grosse Neigung zur Anastomosenbildung. Die Oberfläche der Basalstacheln ist fast ausnahmslos glatt, einige recht derbe Stacheln zeigten an den distalen Partien auch eine schwache Bedornung.

Irgendwelche Gesetzmässigkeit in der Zahl oder Anordnung der Radialstacheln aufzufinden, war mir nicht möglich. Ein Charakteristikum liegt meines Erachtens darin, dass alle Radialstacheln auf mehr oder weniger scharf ausgebildeten pyramidenförmigen Erhebungen der polyedrischen Schale ihren Ursprung nehmen.

Eine Polsterbildung durch die Verstärkungsleisten habe ich nicht beobachten können; auch waren aberrante Formen unter meinem Material nicht vorhanden.

Die verschiedene Ausbildung der Schalenbestandteile lässt eine grosse Variabilität zu; so findet man sehr zarte Formen, deren Balkenwerk mit scharf ausgeprägten Dornen besetzt ist, während die Radialstacheln unverzweigt und oft völlig glatt sind. Den entgegengesetzten Fall stellen Tiere mit sehr derber Gitterschale dar. Die Maschen sind hier sehr eng geworden und haben fast runde Gestalt angenommen, die in ihre Lumina vorspringenden Dornen sind zum grössten Teile geschwunden

oder nur als stumpfe Höcker erkennbar. Die Radialstacheln zeigen eine starke Entwicklung der Seitenstacheln, die ihrerseits häufig anastomosieren. Durch die mehr oder weniger starke Ausbildung der pyramidenförmig ausgezogenen Stachelbasen wird die Formenmannigfaltigkeit noch erhöht. Aber trotz dieser verschiedenen Ausbildung der Gitterschale bleibt der Artcharakter überall gewahrt, und handelt es sich meines Erachtens hier nur um Individualvariationen.

Der feinere Bau der cylindrischen Balken und Stacheln gibt sich bei stärkerer Vergrößerung in einer konzentrischen Schichtung kund, wie sie auch von Haeckel und Haecker beobachtet wurde. Dass dieselbe nach dem Glühen der Gitterschale besonders deutlich zu erkennen ist, wurde von denselben Autoren auch schon hervorgehoben. Wie Bütschli (1901) für Schwammnadeln nachgewiesen hat, soll diese Erscheinung auf einer schichtweisen Anordnung von Hohlräumchen oder Waben beruhen, die mit Wasser erfüllt sind und durch den Glühprozess sich vergrößern. Die konzentrische Schichtung ist wohl auch als ein Ausdruck des Dickenwachstums der Stacheln und Balken aufzufassen. In der aller Wahrscheinlichkeit nach häufigen Gitterschalenanlage wird zunächst ein dünner Achsenfaden ausgeschieden, auf dem sich nun durch Apposition neue Lamellen der Skelettsubstanz abscheiden, deren verschiedene Struktur alsdann die Schichtung hervorruft. Für die Annahme, dass ein Dickenwachstum durch Apposition stattfindet, spricht, wie auch Haecker hervorhebt, die Erscheinung, dass die in die Lumina der Maschen hineinragenden Dornen an den zarteren Exemplaren, den zarten Balken überhaupt, sehr scharf ausgebildet sind, während sie an den dicken kaum oder nur wenig in die Erscheinung treten.

Nach den Angaben sowohl Haeckels als auch Haeckers, lässt das Balkenwerk und die Stacheln ausser der Längsstreifung noch einen verzweigten Achsenkanal erkennen. Besonders deutlich tritt dieser Kanal im Balkenwerk der Gitterschale hervor, an manchen Stellen ist er jedoch nicht nachweisbar. An geglühten Schalen tritt diese Erscheinung so augenfällig auf, dass es seltsam erscheint, sie in Abrede zu stellen. Auf Grund meiner

Untersuchungen muss ich jedoch behaupten, dass ein Achsenkanal nicht vorhanden ist. Ich hatte durch Behandeln der Gerüstsubstanz mit verschiedenen Chemikalien festgestellt, dass dieselbe aus Kieselsäure oder einem Silikat bestehen müsse. Um die Frage des Achsenkanals zu entscheiden, brachte ich einige Stücke der Gitterschale in Wasser unter das Mikroskop und überzeugte mich, dass ein Achsenkanal zu erkennen war. Alsdann setzte ich verdünnte Flusssäure hinzu und beobachtete den Lösungsvorgang. Die Längsstreifung der Stacheln und Balken verschwand je dünner sie wurden desto mehr und mehr. Schliesslich blieb noch ein hyaliner Achsenfaden übrig, der bei weiterer Einwirkung der Flusssäure dünner und dünner wurde, in einzelne Stücke zerfiel, die endlich völlig verschwanden. Wenn ein Hohlraum vorhanden gewesen wäre, so hätte nur ein Hohlzylinder übrig bleiben können, an dem, da die Gerüstsubstanz, wohl infolge verschiedener Konzentration des Lösungsmittel, an verschiedenen Stellen verschieden stark aufgelöst wurde, Löcher hätten auftreten müssen. Auch an den Bruchstellen hätte die Säure in den Kanal eindringen und von innen her einwirken können, sodass man dort trichterförmige Einsenkungen hätte beobachten müssen. Das war jedoch bei den verschiedenen Versuchen nie der Fall. Ich glaube daher annehmen zu dürfen, dass die Gitterschale von *Orosцена regalis* aus kompakten Balken zusammengesetzt ist. Das scheinbare Vorhandensein eines Achsenkanales lässt sich wohl durch ein verschieden starkes Lichtbrechungsvermögen der einzelnen Lamellen erklären.

Über die Entwicklung der Gitterschale kann ich auf Grund des mir vorliegenden Materials leider keine Angaben machen. Da die derbe Schale ein Grössenwachstum wohl nicht zulassen dürfte, und man auch nicht annehmen kann, dass das junge Tier von Anfang an die Gitterschale in der endgültigen Form ausbilde oder vielleicht aus der anfänglich angelegten, zu klein gewordenen Gitterschale ausschlüpft, um eine grössere abzuschleiden, so liegt die Vermutung nahe, dass die Jugendformen von *Orosцена regalis* zunächst gerüstlos sind, einer Gitterschale entbehren. Möglich wäre es auch, dass die jungen Individuen ähnlich wie die Phaeodiniden, Caementelliden und Cannorha-

phiden ihrem Extrakapsarium zum Schutze Fremdkörper einlagerten, die am Ende der Wachstumsperiode alsdann wieder ausgestossen würden, um der definitiven Gerüstbildung Platz zu machen. Durch diese Annahme würde sich auch erklären, dass für viele Radiolarien die Jugendstadien nicht bekannt sind, und selbst wenn sie im Materiale vorhanden wären, infolge der Abweichungen von den ausgebildeten Tieren nicht als solche erkannt würden. Neuerdings neigt man ja auch der Ansicht zu, dass die Phaeodiniden etc. wohl nur als Entwicklungsstadien von grösseren gerüstführenden Radiolarien anzusehen sind.

Auf Grund des genaueren Studiums der Gitterschale wurde ich zu der Vermutung geführt, dass wir in dem sechsstrahligen, am Scheitel gelegen Doppelspikulum wohl die erste Gerüstbildung bei *Oroslena realis* zu erblicken haben. Die Stacheln dieses Doppelspikulums zeichnen sich stets vor den übrigen Gerüstteilen aus; sie sind immer mehr oder weniger bedornt; die in der Gitterschale eingebauten Strahlen setzen sich gradlinig in Radialstacheln fort, während die übrigen Radialstacheln in ungefähr rechten Winkeln zur Schalenfläche und zu den ihre Basen verbindenden Balken stehen. Ist diese Annahme richtig, dann hätte das junge *Oroslena*-Individuum in diesem Spikulum einen Schutz-, Stütz- und Schwebeapparat, der schon früh angelegt werden könnte, da er das Wachstum des zwischen drei oder vier Strahlen gelegenen Tieres in keiner Weise beeinträchtigt. Da ferner ein Längenwachstum der Strahlen möglich ist, so kann das Spikulum direkt mit in die spätere Schale eingefügt werden, oder besser gesagt, es bildet später den Ausgangspunkt für die Bildung der Gitterschale. In diesem ersten Stadium der Gerüstbildung könnte man gleichsam phylogenetische Reminiscenzen erkennen; das Stadium hätte grosse Ähnlichkeit mit der nach Haecker den Orosphaeriden nahe verwandten Familie der Thalassothamniden, von denen der genannte Autor die Orosphaeriden mit vielem Geschick abzuleiten versucht hat. Die Gitterschale der Orosphaeriden als eine Bildung „sui generis“ als eine „zweite Skelettgeneration“ anzusehen, wie dies von Haecker geschieht, scheint mir nicht nötig. Betrachtet man das mitunter durch die Anastomosierung der, den Basalstacheln

und Apikalstacheln aufsitzenden Seitenästen gebildete Gitterwerk, so gewährt es, abgesehen von der grösseren Weitmaschigkeit genau denselben Eindruck, wie die Gitterschale selbst. Man wird daher auch die Gitterschale am einfachsten aus dem Zusammenfluss der Seitenäste des apikalen Doppelspikulums erklären können. Auch die Schwierigkeit, welche Haecker die Erklärung der Apikalgabel bereitet, wäre bei Annahme der obigen Vermutung beseitigt.

Der Weichkörper.

Der Betrachtung der speciellen Morphologie von *Oroslena regalis* möchte ich einige allgemeine Angaben über den Bau der Peripyleen, insbesondere der unserer Form nahestehenden Colliden, vorausschicken. Die Radiolarien sind pelagisch lebende, hochdifferenzierte Rhizopoden, denen aber die Fähigkeit, sich selbständig fortzubewegen, das heisst, aktive Schwimmbewegungen auszuführen, völlig fehlt. Die äussere Gestalt der Peripyleen, welche zum grössten Teile mit verschiedenen Gerüstbildungen versehen sind, ist sehr mannigfaltig. Der eigentliche Radiolarienleib stellt eine ein- oder vielkernige Zelle dar. Das Plasma derselben zerfällt in zwei, deutlich unterschiedene Teile, den zentralen Teil oder Markmasse, auch Endoplasma oder Intrakapsularium genannt, und in den peripheren Teil, welcher als Exoplasma oder Extrakapsularium bezeichnet wird. Beide Plasmamassen sind durch eine in den meisten Fällen porösen Membran, der sogen. Zentralkapselmembran getrennt. In dem Endoplasma sind der, resp. die Kerne gelegen, ausserdem finden sich dort oft zahlreiche Vakuolen, Flüssigkeitsansammlungen im Plasma, ferner Ölkugeln und Konkretionen, welche von Hertwig zuerst als Reservestoffe angesprochen wurden. Das Exoplasma

wird von dem Pseudopodienmutterboden gebildet, einer mehr oder weniger dicken, die Zentralkapselmembran allseitig umgebenden Plasmaschicht. Von dieser Schicht strahlen nach aussen die sich verzweigenden und häufig anastomosierenden Pseudopodien aus. In dem Pseudopodienplasma werden die zahlreichen extrakapsularen Vakuolen gebildet, die den eigentlichen hydrostatischen Apparat darstellen. Zwischen den Pseudopodien, die eine deutliche Körnchenströmung zeigen ist meistens eine verschieden konsistente Gallerte ausgebildet, deren spezifisches Gewicht, wie Brandt [1895] gezeigt hat, dem des Seewassers fast gleich ist.

Ein weiterer, häufig angetroffener, allerdings keineswegs zum Radiolarienkörper gehörender Bestandteil, sind die im Extrakapsularium gelegenen sogenannten „gelben Zellen“. Diese gelben Zellen stellen, wie die Untersuchungen von Cienkowski Brandt und Geddes ergeben haben, symbiotisch lebende Algen dar, welche von Brandt Zooxanthellen genannt wurden.

Die Abscheidung des Skeletts findet stets im Extrakapsularium statt; die bei einigen Formen im Innern der Zentralkapsel beobachteten Gitterschalen sind erst sekundär infolge des Wachstums des Endoplasmas von diesem überwuchert worden.

Von der grössten Bedeutung für das Schweben im Meere sind nach den Untersuchungen Brandts (1895) die Gallerte und vor allem die Vakuolen. Das spezifische Gewicht der Gallerte ist ungefähr gleich dem des Seewassers; dasjenige der Vakuolenflüssigkeit ist, wenn auch nur um ein Weniges, geringer. Diese Verringerung des spezifischen Gewichtes wird dadurch erreicht, dass die bei dem Stoffwechsel des Tieres sich bildende Kohlensäure in der Vakuolenflüssigkeit gelöst wird. Dies hat nach den Gesetzen des osmotischen Druckes eine Verringerung des Salzgehaltes und damit auch des spezifischen Gewichtes zur Folge. Vermöge dieses hydrostatischen Apparates vermag ein Radiolar im Wasser zu schweben und, von mechanischen Reizen getroffen, selbsttätig ein Sinken hervorzurufen, indem durch Zerreißen der die Vakuolen umgebenden Plasmahäute die Vakuolenflüssigkeit nach aussen diffundieren kann, und so eine Vergrösserung des spezifischen Gewichtes erzielt wird. Nach A

hören des Reizes steigt das Tier durch Ausbildung neuer Vakuolen wieder empor.

Mitunter werden im Extrakapsularium der Peripyleen auch verschiedenfarbige Pigmentanhäufungen angetroffen.

Beginnen wir nun die Betrachtung des Weichkörpers von *Orosцена regalis* zunächst mit dem Extrakapsularium. Da der grossen Mehrzahl der Individuen dieser Teil des Weichkörpers fehlte, so kann ich leider nur wenige Angaben darüber machen. Nur in wenigen Fällen war eine dünne Schicht des Pseudopodienmutterbodens vorhanden. Das Plasma desselben zeigte einen wabigen Bau und war von einigen Vakuolen durchsetzt. In dem Plasma fanden sich bei einigen Individuen seltsame runde oder ovale, von einer Membran umgebene Bläschen, welche in ihrem Innern verschiedene, von Farbstoffen tingierbare Gebilde enthielten. Es gelang mir durch Vergleich mit den gelben Zellen anderer Radiolarien, sie als solche zu identifizieren. Die Grösse dieser Zellen schwankte etwas. Als weitere Teile des Extrakapsulariums sind wohl die als Reste des Pseudopodienmutterbodens zu deutenden Fetzen, welche sich mitunter noch zwischen einigen Radialstacheln ausspannten. Das Extrakapsularium muss sich also bis zu den Spitzen der Radialstacheln erstreckt haben, mithin hätte also der Weichkörper des Tieres einen Durchmesser von 3–4 mm besessen. Wir werden uns wohl vorzustellen haben, dass der Innenraum der Gitterschale, soweit er nicht von der Centralkapsel eingenommen wird, ebenso wie der zwischen den Radialstacheln gelegene Raum ausser von den zahlreichen, im Plasma gelegenen Vakuolen noch von einer Gallertmasse erfüllt gewesen sei. Vielleicht sind die Vakuolen auch nur von zarten Plasmawänden umgeben gewesen und hat eine Gallerte überhaupt gefehlt. Für letztere Annahme spricht die Tatsache, dass ein derartiges Gebilde nirgends beobachtet wurde, ferner die Überlegung, dass es neben dem beträchtlichen Reibungswiderstand, einer möglichst grossen Ausbildung von Vakuolen bedarf, um das spezifisch schwere Kieselgerüst in der Schwebe zu erhalten. Rekonstruiert man sich auf diese Weise ein *Orosцена*-Individuum, so will es mir fast scheinen, dass die Orientierung der Tiere auf Grund der Gewichtsver-

teilung gerade die umgekehrte sein müsste, als wie Borgert und auch Haecker die Tiere dargestellt haben. Der Apikalpol würde nach unten zeigen, während die Basalstacheln nach oben gerichtet wären. Doch diese Frage kann nur an lebendem Material entschieden werden.

Über die Lage der Zentralkapsel in der Gitterschale kann ich nichts Näheres angeben, da dieselbe vollkommen frei in derselben umherrollte. Das stets kugelige Gebilde besass einen Durchmesser von 0,372—0,847 mm. Die vegetativen Individuen lassen schon ohne Vergrösserung den grossen kugeligen Kern in ihrem Innern erkennen. Bei schwacher Vergrösserung sieht man das ganze Endoplasma von Vakuolen erfüllt, in denen häufig Konkretionen gelegen sind. Zum Zwecke der feineren Untersuchungen, besonders der Kernverhältnisse, wurden die Zentralkapseln in Schnitte zerlegt und mit Kernfarbstoffen, von denen sich Heidenhain's Eisen-Haematoxylin am besten bewährte, tingiert.

Das Endoplasma war immer von einer deutlich doppeltkonturierten Zentralkapselmembran umgeben. Diese Membran stellte ein dünnes, homogenes Häutchen dar, welches vollkommen glatt war. Zottenartige Erhebungen, wie sie von Haecker beschrieben worden sind, habe ich niemals beobachtet. Es gelang mir jedoch, an sieben Individuen in der Zentralkapselmembran Poren nachzuweisen. Die nach Heidenhain gefärbten Präparate liessen in der dunkler gefärbten Membran ziemlich gleichmässig verteilte helle Öffnungen erkennen, welche nur als Poren zu deuten sind. Der sie umgebende Rand war stärker gefärbt als die übrige Membran, was sich wohl durch Verdichtung der Membransubstanz erklären dürfte. Die Angabe Haeckels, dass die Zentralkapselmembran der Orosphaeriden den typischen Bau der Tripyleenkapsel darstellt, muss jedenfalls, wie es auch Haecker getan hat, als irrig zurückgewiesen werden.

Der Bau des Endoplasmas war in allen Fällen derselbe; er zeigte eine oft sehr grobwabige Struktur und war von zahlreichen kleinen Körnchen erfüllt. Unter der Zentralkapselmembran war das Plasma in einer mehr oder weniger dicken Schicht

gelagert, welche mitunter eine radiäre Zerklüftung aufwies. Der übrige Teil des Intrakapsulariums war derartig mit Vakuolen erfüllt, dass nur sehr zarte Plasmawände übrig blieben. Bei der Fixierung sind diese Wände häufig zerrissen, sodass man im Innern dann zahlreiche grobwabige Plasmaballen beobachten kann. Die Grösse der Vakuolen ist im allgemeinen ziemlich gleich, nur die peripher gelegenen, nicht selten radiär angeordneten Vakuolen sind meistens etwas kleiner als die zentralen.

In den Vakuolen, welche im Leben wohl mit einer Flüssigkeit erfüllt sind, waren oft sehr zahlreiche, mannigfach gestaltete Konkretionen gelegen. Am häufigsten waren konzentrische geschichtete, kugelige und auch kleinere hantel- oder garbenförmige Gebilde vorhanden. Nach den Untersuchungen von Hertwig und von Brandt hat man diese Konkretionen wohl als Reservestoffe aufzufassen, dies umsomehr als sie in den späteren Entwicklungsstadien der Sporenbildung fast völlig fehlen und manche Bilder nur als Korrosionserscheinungen erklärt werden können. Bemerkenswert ist noch die Erscheinung, dass die Konkretionen oder aber einige ihrer Schichten sich stark mit Kernfärbemitteln tingieren.

Als weiterer Inhaltsbestandteil des Intrakapsulariums sind noch die Oelkugeln zu erwähnen, welche allerdings nur bei einigen in Osmiumgemischen fixierten Tieren als solche noch erkennbar waren. Die annähernd gleichgrossen Oelkugeln sind fast alle zwischen den peripheren Vakuolen gelegen. In einigen Individuen fanden sich vakuolisierte, vollkommen hyaline Gebilde von gelblich-grüner Farbe, welche wohl als die Grundlage der Oelkugeln anzusehen sind, ähnlich dem Stroma der Chlorophyllkörner.

Der bei den vegetativen Individuen stets in der Mitte der Zentralkapsel gelegene, kugelige Kern besitzt einen Durchmesser von 90—250 μ . Fast überall konnte ich eine deutlich erkennbare Kernmembran beobachten, deren Stärke ungefähr 1 bis 2 μ betrug. Nach Angaben Haecker's soll die Dicke der Membran grossen Schwankungen unterworfen sein. Es wird sogar eine Dicke von 10 μ angegeben. Auf Grund meiner Untersuchungen möchte ich annehmen, dass hier betreffs der Dicken-

verschiedenheit der Kernmembran eine falsche Deutung vorliegt. Bei manchen Exemplaren erscheint die Kernmembran als ein einfaches, homogenes, stärker färbbares Häutchen, während es in anderen aus einer dünnen, äusseren und einer dickeren, inneren Schicht zusammengesetzt ist. Die verschiedene Dicke der Membran wird nur durch die innere Schicht bedingt, die in demselben Grade wie das Kernplasma Farbe annimmt. Dass es sich hier um zwei morphologisch verschiedene Bildungen handelt, gibt sich dadurch zu erkennen, dass die beiden Schichten sich mitunter, wohl infolge der Fixierung, stellenweise von einander abgehoben haben. Ich halte nun die innere Schicht für ein Produkt der Fixation. Man hat in ihr wohl nur einen Teil des Kernplasmas zu erblicken, aus dem sich die Körnchen und sonstigen Inhaltsbestandteile des Kernes nach der Mitte hin zusammengezogen haben. Hierfür spricht der gleiche, sehr feinkörnige, fast homogene Bau der inneren Schicht und des Grundplasmas, besonders aber die in wenigen Präparaten vorliegende Erscheinung, dass die innere Schicht nur einseitig entwickelt ist. Auf den Schnitten gibt sie sich als eine nach den Spitzen zu auskeilende Sichel zu erkennen. Derartige Bilder lassen sich nur dadurch erklären, dass die Inhaltsbestandteile des Kernplasmas sich einseitig zusammengezogen haben und unter der Kernmembran nur das Grundplasma in verschiedener Stärke zurückgeblieben ist. Die fragliche Verdickung der Kernmembran in irgendwelche Beziehung zum sogenannten „Neuplasma“ zu bringen, halte ich für verfehlt. Da wir annehmen müssen, dass die Membranverdickung nur eine durch die Fixierung verursachte Veränderung ist, fällt obige Annahme von selber.

Das Grundplasma des Kernes zeigt, wie schon erwähnt ein fast homogenes, sehr feinkörniges Gepräge. Nach den Angaben Haeckers sollen diesem Plasma „flockige oder wolkige Massen einer dunkler färbbaren Substanz“ eingelagert sein, welche zu zahlreichen (1600—1800), knäuelartigen Herden, den sogenannten „Einzelknäueln“ zusammengeballt ist. Es gelang mir nirgends, die von Haecker beschriebene Fadenstruktur der Einzelknäuel zu beobachten; vielmehr boten meine Kernbilder den Anblick von unendlich vielen, sehr kleinen Körnchen, welche bald dichter

bald weniger dicht zusammengelagert waren. Sie heben sich scheinbar auch mehr durch ihr optisches Verhalten, ein stärkeres Lichtbrechungsvermögen, als durch eine stärkere Färbbarkeit von dem Grundplasma ab. Ähnliche wolkige Massen sind auch von Brandt für *Thalassicolla*-Kerne beschrieben worden. In diesen wolkigen Massen sind ausserdem noch etwas grössere, stärker färbbare Körner zu beobachten, die man wohl als Chromatinelemente ansprechen darf.

Sehr merkwürdige Bestandteile des Kernes sind die von Haecker als „Chromosomenbläschen“ beschriebenen Gebilde. Es sollen diese Bläschen aus chromatischer Substanz bestehen und eine oder mehrere, schleifenförmige Chromosomen enthalten; ausserdem sind sie mehr oder weniger stark vakuolisiert. Ich möchte es jedoch bezweifeln, dass wir in diesen Gebilden, trotz der ähnlichen Gestalt, Chromosomen im gewöhnlichen Sinne vor uns haben. Wie auszuführen sein wird, handelt es sich hier um trophische oder abortive Kernbestandteile. Die Ausbildung dieser „Chromosomenbläschen“ zeigt eine grosse Verschiedenartigkeit. Die kleinsten, in denen noch kein eigentliches schleifenförmiges „Chromosom“ ausgebildet ist, stellen eine von mehreren Vakuolen erfüllte, stärker färbbare Masse dar. In anderen erkennt man zwischen den Vakuolen eine Verdichtung der Grundsubstanz, was sich in einer dunkleren Färbung zu erkennen gibt; jedoch sind diese Verdichtungen noch keineswegs scharf begrenzt, sondern gehen ganz allmählig in die Grundmasse über. Bei weiteren Stadien ist alsdann eine scharfe Begrenzung eingetreten, doch liegen diese schleifenförmigen Gebilde noch von Vakuolen umgeben in der Grundmasse; in anderen Fällen sind die Chromosomen in die Vakuolen verlagert. Die Schleifen stellen scheinbar Hohlkörper dar; hierdurch würde auch der von Haecker beobachtete helle Längsstreifen erklärt werden können, der dem Autor die Vermutung einer Längsteilung nahe legte. Aus der Verschiedenartigkeit in der Ausbildung glaube ich mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit schliessen zu dürfen, dass man es hier keineswegs mit Chromosomen in der wahren Bedeutung zu tun hat. Die Entstehung der einschleifigen Bläschen aus je einem Einzelknäuel, wie Haecker angibt, muss ich,

da es mir nicht gelang, die Einzelknäuel zu beobachten, ablehnen. Es ist mir jedoch nicht möglich, über den Ursprung der Bläschen etwas auszusagen. Eine Membranbildung um die vollkommen homogene Grundsubstanz der Chromosomenbläschen war nirgends zu beobachten.

Agamogonie.

Man unterscheidet heutzutage, wie das zum ersten Mal von Brandt (1885) dargetan wurde, im Leben der Radiolarien drei besondere Phasen.

1. Den vegetativen Zustand, der den grössten Teil des individuellen Lebens einnimmt, und während dessen ausser den Stoffwechselvorgängen, Ernährung, Wachstum usw., auch Vermehrung durch Zweiteilung des ganzen Körpers stattfinden kann.

2. Den reproduktiven oder fruktifikativen Zustand, in welchem sich sehr erhebliche Umwandlungen im Organismus zur Vorbereitung der Schwärmerbildung vollziehen, während die vegetativen Funktionen nach und nach vollkommen zurücktreten. Dieses Stadium führt entweder zur Bildung von geschlechtlich differenzierten Schwärmern, Anisosporen, bei denen vor allem eine Verschiedenheit des Kernes der männlichen und weiblichen Geschlechtszellen hervortritt, oder von solchen Schwärmern, die in ihrer Form und in der Beschaffenheit ihres Kernes untereinander vollkommen gleich sind, den Isosporen. Die von Brandt herrührenden Bezeichnungen Iso- und Anisosporen sind neuerdings durch die Ausdrücke Agameten und Gameten verdrängt worden.

3. Den Schwärmzustand, in dem die Gameten der Agameten durch Zerfall des Muttertieres frei werden und sich mit Hilfe ihrer zwei, von Brandt nachgewiesenen Geisseln aktiv fortbewegen.

Der Übergang vom vegetativen Zustand zu den fruktifikativen Zuständen, und von diesen zum Schwärmzustand, ist für Vertreter verschiedener Radiolarien-Abteilungen bekannt geworden. Dagegen ist es bisher noch nicht gelungen, die Umbildung von Schwärmern, seien es nun Gameten oder Agameten, zu jungen vegetativen Zuständen zu beobachten.

Schon 1881 hatte Brandt als Erster den Generationswechsel bei Protozoen erkannt, durch den Nachweis der Bildung zweierlei verschiedener Schwärmsporenarten bei den koloniebildenden Radiolarien, und ihn in seiner Monographie der „Koloniebildenden Radiolarien“ (1885) überall klar nachgewiesen. Später (1890, 1895, 1902) zeigte Brandt, dass dieselben Verhältnisse des Generationswechsels auch bei den grossen monozoen Colliden, speciell den Thalassicolliden, vorhanden sind. Dieses Vorkommen von Agamogonie und Gamogonie, oder wie Brandt es bezeichnete, von Iso- und Anisosporenbildung ist später durch die Arbeiten von Schaudinn und Siedlecki, von Hertwig Grassi, Borgert und vielen anderen Forschern für Radiolarien und zahlreiche andere Protozoen nachgewiesen worden.

Da in der Nomenklatur der Fortpflanzungsweisen sowohl bei Tieren als auch bei Pflanzen für ein und dasselbe Object oder für analoge Vorgänge oft verschiedene Ausdrücke gebräuchlich sind, so hat Hartmann (1904) eine neue Bezeichnungsweise vorgeschlagen, der auch ich mich in meinen Ausführungen angeschlossen habe. Hartmann unterscheidet eine vegetative Propagation von einer cytogenen, d. h. durch Einzelzellen bedingten Propagation oder Cytogonie. Bei der Cytogonie hätte man weiter zu unterscheiden: Fortpflanzung durch Cyten ohne Befruchtung und durch Cyten mit Befruchtung, d. h. Agamocyten oder kurz Agameten, und durch Gamocyten oder kurz Gameten. Wir haben also zwei Unterabteilungen der Cytogonie, die Agamocytogonie oder kurz Agamogonie und die Gamocytogonie, kurz Gamogonie. Von diesen beiden Namen, die dasselbe Stammwort enthalten, lassen sich sämtliche Begriffe im Zeugungskreise der Protisten wie der höheren Pflanzen und Tiere ableiten.

Wie Brandt (1885) klar nachwies, zerfällt nur das Intrakapsularium in Schwärmsporen, das Extrakapsularium, von dem

vielleicht geringe Plasmamengen durch die Poren der Zentralkapselmembran zu dem Endoplasma hinübertreten, nimmt nie an der Sporenbildung teil, sondern geht zu Grunde, wobei es meistens noch chemische und physikalische Umbildungen erfährt. Bei einigen Radiolären gehen nach Brandt Teile des Endoplasmas, ja sogar Teile des Kernes zu Grunde. Durch die Arbeiten neuerer Forscher haben die Angaben Brandt's ihre Bestätigung gefunden. Das Zugrundegehen des Extrakapsulariums hat natürlich ein Hinabsinken des Individuums zur Folge; jedoch findet das Ausschwärmen der Sporen nicht, wie Hertwig annahm, am Meeresboden, sondern wie Brandt durch Ermittlung der Sinkgeschwindigkeit und der bis zum Ausschwärmen der Sporen verstreichenden Zeit für koloniebildende Radiolarien gezeigt hat, in oft nur sehr geringen, für verschiedene Formen verschiedenen Tiefen statt.

Die ersten Veränderungen in der Zentralkapsel, welche die Agamogonie einleiten, sind so unbedeutend, dass man sie wohl leicht übersieht. Das jüngste Stadium der Agamogonie, welches mir vorliegt, glaube ich in Präparaten sehen zu müssen, in denen das Endoplasma von zahlreichen, kleinen Körnchen erfüllt ist; diese nehmen eine starke Färbung an und stellen wohl Chromatinelemente dar, vielleicht kann man sie als Chromidien auffassen. Diesem Stadium müssen noch frühere vorausgegangen sein, so zum Beispiel die Bildung der Chromidien durch Auswanderung chromatischer Substanz aus dem Kerne; es war mir leider nicht vergönnt, derartige Stadien zu beobachten. Da aber der Primärkern, wie es auch die Haecker'schen Figuren 567, 569 und 571 zeigen, fast bis zum Schlusse der Agamogonie erhalten bleibt, so ist in diesem Falle eine multiple Kernteilung, das heisst ein Zerfallen oder Auseinanderfließen des Primärkernes in zahlreiche Tochterkerne, wie es Brandt (1890) zum ersten Male für die Agamogonie oder Isosporenbildung von *Thalassicolla* beschreibt, ausgeschlossen. Es muss sich hier um ein Heraustreten des Chromatins handeln, und da die Kernmembran nicht, wie Borgert es für *Aulacantha* angibt, aufgelöst wird, sondern lange erhalten bleibt, vielleicht sogar mit zu Grunde geht, so liegt es nahe, anzunehmen, dass es sich

hier um einen ähnlichen Prozess handelt, wie ihn Brandt allerdings für die Gamogonie von *Thalassicolla* angibt. Es handelt sich hierbei um eine Art Ausschwitzen von Chromatinelementen durch Poren der Kernmembran; die gleichzeitig eintretende Größenreduktion und die Faltung der Membran würde für *Oroscena regalis* allerdings nicht zutreffen. Ich vermute, dass es die wolkenförmigen Massen sind, welche man wohl als die auswandernden Chromatinelemente anzusprechen hat. Zu dieser Vermutung wurde ich durch zwei Erscheinungen geführt. Erstens fand ich im Endoplasma in der Nähe des Kernes ganz ähnliche Bildungen und zweitens erkennt man, dass bei fortschreitender Entwicklung die flockigen Massen im Innern des Kernes fast vollkommen verschwinden. (Vergl. Haecker's Fig. 567, 569, 571.)

An das Stadium des Auswanderns und Verteilens der Chromatinelemente im Plasma schliesst sich das Haecker'sche Desintegrationsstadium an. Auf diesem Stadium findet man zahlreiche, in Vakuolen gelegene Herde von kleinen dunkel gefärbten Körnchen, die häufig um kleine Konkretionen oder Oelkügelchen gelagert sind. Die anfänglich lockeren Häufchen verdichten sich mehr und mehr und schliesslich wird allem Anscheine nach um diese Chromatinhaufen eine zarte Membran abgeschieden (vergl. Haecker's Fig. 566). So haben wir schon kompaktere, dunkel färbbare Chromatinhaufen erhalten, welche man wohl mit Recht als die Sporenmutterkerne ansehen darf. Durch fortgesetzte Teilung dieser Sporenmutterkerne werden alsdann die eigentlichen Sporenkerne gebildet. Die in der Nähe des Primärkernes im Plasma noch zu beobachtenden kleineren Chromatinkörner lassen darauf schliessen, dass noch fortgesetzt Chromatinelemente aus dem Kerne auswandern, um sich im Plasma mit einer Vakuole zu umgeben und zu Sporenmutterkernen zusammen zu fliessen. Ganz ähnliche Verhältnisse hat Brandt, wie schon erwähnt, für *Thalassicolla* und neuerdings auch Borgert für die Gametenbildung bei *Aulacantha* beschrieben, wo es im weiteren Verlauf der Kernbildung zur Ausbildung von echten Chromosomen und Knäuelbildungen kommt. Während die Kerne von *Aulacantha scolymantha* sich auf typisch mitotischem Wege teilen, ist dies bei *Oroscena regalis* nicht der

Fall. Hier findet die Teilung in amitotischer Weise statt. Die im Kern in verschiedener Zahl vorhandenen Chromatinbrocken nehmen dabei oft eine reihenförmige Anordnung an, wodurch leicht das Bild einer Teilungsspindel vorgetäuscht werden kann. Haecker hat die Zahl der Chromatinbrocken auf 12—15 festgestellt und spricht von einer dicht knäuelartigen Anordnung dieser körnchenförmigen Chromosomen. Soweit ich feststellen konnte, waren die Chromatinelemente nur zu einem dichteren Haufen geordnet, von knäuelartigen Bildungen kann doch auch nur bei Vorhandensein von Chromatinfäden die Rede sein.

Die Sporenkerne, welche in den ersten Stadien zu zweien, dreien oder auch mehreren in einer Vakuole liegen, scheinen sich ähnlich, wie dies bei dem von Schaudinn beschriebenen *Trichosphaerium sieboldii* der Fall ist, ziemlich gleichzeitig dem Teilungsvorgang zu unterwerfen; nur sehr selten findet man zwischen den ruhenden Kernen solche, die in Teilung begriffen sind. Anfänglich sind die in einer Vakuole gelegenen Sporenkerne von einer Plasmahülle umgeben oder vielleicht in einer strukturlosen, nur sehr wenig färbbaren Substanz eingebettet; allmählig rücken dann die Kerne an die Oberfläche der Vakuole und bilden die Gruppen oder Sporennester. Haecker hat die Zahl dieser Gruppen auf etwa 6000 berechnet. Doch ist diese Zahl viel zu gering, da das von ihm abgebildete Stadium (Fig. 571.) noch keineswegs das Endstadium der Agametenbildung darstellt. Die Zahl der Nester als auch der in ihnen enthaltenen Kerne nimmt stets zu. Schliesslich treten die Kerne aus den Vakuolen in die Plasmabalken über. In dem am weitesten entwickelten Individuum, das mir vorliegt, ist das ganze Plasma von Sporenkernen erfüllt. Nur in der peripheren Zone sind die Kerne noch in der Vakuole gelegen. Die Kerne, von denen die zentralen ein wenig grösser sind als die peripheren, lassen eine deutliche Struktur erkennen, die durch die in der Grundmasse verteilten Chromatinkörner hervorgerufen wird.

Die weitere Entwicklung der Agamogonie ist nach Analogie mit anderen Formen wohl unschwer zu deuten, wenn mir auch leider kein Individuum zur Untersuchung vorlag, das im Begriffe war, in die Schwärmsporen zu zerfallen. Um jeden der Sporen-

kerne wird sich beim Zerfall etwas Plasma sammeln, dem vielleicht, nach Analogie mit den von Brandt beschriebenen Schwärm-sporen der Colliden, noch Reservestoffe in Gestalt von Kristallen, Öltröpfchen oder ähnlichen Gebilden mitgegeben werden. Auch werden sie wohl, wie dies zuerst Brandt für Radiolarienschwärmer nachgewiesen hat, zwei Geisseln entwickeln.

Der Primärkern, welcher anfänglich lange Zeit hindurch in seiner äusseren Form unverändert bleibt, ist in dem zuletzt erwähnten Stadium nur noch als eine stark geschrumpfte, sehr stark färbbare Masse vorhanden, welche gar keine Struktur mehr erkennen lässt. Aus dieser Tatsache, dass der Primärkern schliesslich zu Grunde geht, ergibt sich ganz klar, dass Haeckers Annahme, wonach das Orosцена-Individuum zu wiederholten Malen in den Vorgang der Sporulation eintreten kann, nicht richtig sein kann. Man wird in der Bildung und dem Zusammenfluss der „Chromosomenbläschen“ nicht die Prophasen eines Teilungsvorganges, sondern vielmehr nur eine Trennung von vegetativen und generativen Kernbestandteilen zu erblicken haben.

Haecker nimmt, wie oben erwähnt, an, dass der vom Primärkern durch Teilung entstandene „Geschlechtskern“ sich in die „Einzelknäuel“ auflösen soll, welche ihrerseits sich direkt in die Sporenmutterkerne verwandeln; das heisst mit anderen Worten, dass die Sporenmutterkerne schon individuell in den Einzelknäueln des Geschlechtskernes vorgebildet seien. Mithin hätten wir also den Geschlechtskern, ebenso den Primärkern wie den Dauerkern, da dieselben Einzelknäuel enthalten, im Sinne Hartmanns als einen polyenergiden Kern oder ein Polykarion aufzufassen. Unter Polykarion versteht Hartmann einen Primärkern, in dem schon vollkommen individuelle Sekundärkerne, welche als Energiden bezeichnet werden, ausgebildet sind. Derartige polyenergide Kerne stellen nach Borgert die Primärkerne von Aulacantha dar, wo jedes, der auf 1200—1500 berechneten Chromosomen, einem Sporenmutterkern gleichwertig ist. Der Ansicht Haeckers, dass auch die Orosцена-Kerne polyenergide Kerne darstellen, kann ich mich auf Grund meiner Untersuchungen nicht anschliessen. Wenn auch dichtere Anhäufungen der im Kernplasma suspendierten Substanz bei mittlerer

Vergrößerung oft derartige Knäuelbildungen vorzutauschen schienen, so lösten sie sich jedoch bei starker Vergrößerung vollkommen in kleine Körnchen auf. Auch das ganze Verhalten des Kernes spricht gegen diese Annahme. Währe der Kern polyenergid, also mit sehr zahlreichen Sekundärkernen oder deren Anlagen erfüllt, so läge es sehr nahe, dass ähnlich wie bei der Agametenbildung von Thalassophysa, die Kernmembran aufgelöst, und die Tochterkerne alsdann in das Plasma ausgestossen würden. Bei Oroslena bleibt jedoch die Kernmembran erhalten, und nur kleine Chromatinelemente treten, vielleicht durch Poren, die allerdings nicht beobachtet wurden, in das Plasma aus, wo sie sich alsdann zu Kernen vereinigen.

Soweit es an der Hand von fixiertem Material möglich ist, habe ich versucht, den Entwicklungsgang der Agamogonie darzulegen. Die Angaben Haeckers habe ich zum [redacted]ten Teile, was die Beschreibung der Entwicklungsstadien [redacted]trifft, bestätigen und zum Teil ergänzen können, nur in der Deutung der Stadien untereinander weiche ich von ihm ab.

Gamogonie.

Die Gametenbildung oder Gamogonie (Anisosporenbildung) zeigt bei den Radiolarien eine grössere Verschiedenartigkeit als die Agamogonie. Man kann hier schon eine gewisse Stufenfolge in der Entwicklung der Sexualität unterscheiden, auf welche auch Hartmann und Hammer hingewiesen haben.

So werden nach Brandt bei Thalassicolla, Collozoum sowie Sphaerouzoum die zweierlei Gameten von ein und demselben Individuum gebildet, dessen Endoplasma noch vollkommen einheitlich ausgebildet ist. Nach Hartmann und Hammer hat bei Thalassophysa dagegen schon eine Sonderung des Endo-

plasmas in eine zentrale, weibliche und eine periphere, männliche Zone stattgefunden. Den höchsten Grad der Differenzierung hat die von Brandt beobachtete Gamagonie der Collosphaeriden (Collosphaera, Myxosphaera, Siphonosphaera etc.) wie nach Borgert auch diejenige von Aulacantha erreicht, wo die Gameten auf verschiedene Individuen verteilt sind. Hier ist die Sexualität also am strengsten durchgebildet.

Oroscena regalis gehört allem Anscheine nach zu dem mittleren Typus, zu Thalassophysa. Mir haben sieben Präparate mit Stadien der Gamogonie vorgelegen, mit denen ich lange Zeit nichts anzufangen wusste. Ihrer grossen Selbständigkeit halber hatte ich die zentrale, scharf gegen das periphere Plasma abgegrenzte und von diesem verschieden strukturierte Plasmamasse als einen Parasiten betrachtet; dieses um so mehr, als mir ein Exemplar vorlag, das zwei derartige Gebilde enthielt, und Haecker sogar ein Stadium mit vier „Geschlechtskernen“, wie er sie nennt, beschreibt und abbildet. Erst durch die Arbeit von Hartmann und Hammer bin ich dazu gekommen, diese Stadien der Gamogonie zuzuweisen. Diese Autoren nehmen an, dass der Primärkern, das heisst der Kern des vegetativen Individuums sich teilt, und zwar soll dieser Vorgang den Charakter einer sexuell-heteropolen Teilung haben. Der Teilung des Primärkernes in einen grossen, zentralen, weiblichen und einen kleineren, peripheren, männlichen Kern soll dann auch eine Teilung des Plasmas folgen. Das Chromatin der Kerne, welche hier auch als polyenergide aufgefasst werden, wandert in das Plasma aus, wo sie zu kleinen Kernen verschmelzen, die sich alsdann mitotisch weiterteilen. Die in dem Kernplasma zurückbleibenden chromatischen, nucleolusartigen Gebilde (Chromosomenbläschen Haecker's) werden auch als somatische Kerne gedeutet. Die von den Autoren gegebene Figur stimmt vollkommen mit den mir vorliegenden Schnittserien überein. Auch die Übereinstimmung des feineren Baues konnte ich an der Hand von noch unveröffentlichten Skizzen und Photographien, die Herr Geheimrat Prof. Brandt mir liebenswürdig zur Verfügung stellte, nachweisen. Da es mir auf Grund des vorliegenden Materials nicht möglich ist, ergänzende Beobachtungen über

die Gamogonie zu machen, so sehe ich mich genötigt, mich auf eine Beschreibung der mir vorliegenden Stadien zu beschränken.

Die Grösse der Zentralkapsel schwankte bei den in Gamogonie befindlichen Individuen zwischen 0,357 und 0,643 mm. Zwischen dem Bau der peripheren und zentralen Zone bestehen grosse Unterschiede. Während das periphere Plasma und sein Kern vollkommen mit dem Bau eines vegetativen Individuums übereinstimmt, zeigt das zentrale Plasma einen ganz lockeren Bau, ebenso der zugehörige Kern.

In einem Falle kann man im peripheren Plasma zahllose kleine, starklichtbrechende Körnchen von bernsteinartiger Farbe beobachten. Sie haben scheinbar grosse Ähnlichkeit mit den von Schaudinn für *Trichosphaerium* und *Cyclospora caryolytica* beschriebenen starklichtbrechenden Körnern, welche dort als Reservestoffe gedeutet werden.

Bei einem Exemplare fanden sich in den Vakuolen des peripheren Plasmas ausser den Konkretionen noch kleine, stärker färbbare Körnchen, die zu Häufchen vereinigt von einer Plasmahaut umgeben waren und mitunter eine kleine Ölkugel oder eine Konkretion einschlossen. Was wir in diesem Gebilde vor uns haben, kann ich nicht sagen, vielleicht sind es auch chromatische Elemente; sie zeigen viel Ähnlichkeit mit den Integrationsstadien der Agamogonie.

Sporenmutterkerne und ihre Mitosen sind mir nicht zu Gesicht gekommen. Da die Kerne der peripheren Zonen sich eigentlich durch nichts von denen der vegetativen Stadien unterscheiden, so darf ich wohl annehmen, dass es sich hier um Anfangsstadien der Gamogonie gehandelt hat.

Der Bau des zentralen Teiles ist sehr abweichend. Was zunächst den Kern anbelangt, so zeigt er ein verschiedenes Gepräge. Der dichtkörnige Kern ist fast ebenso gross oder ein wenig grösser als der periphere Kern, sein Aussehen erinnert sehr an das des vegetativen Primärkernes. In anderen Fällen stellt der Kern eine grossvakuoläre, schwammige Masse von intensiv färbbaren Plasmawänden dar, in denen dunklere Chromatinkörner suspendiert sind. Alsdann findet scheinbar eine grosse Dehnung des Kernes, vielleicht durch Flüssigkeits-

aufnahme statt. Infolge dessen sind die Plasmawände sehr dünn und bilden auf den Schnitten ein aus zarten Fäden bestehendes Netzwerk, oft so zart, dass man es kaum erkennen kann. An den Knotenpunkten ist das Plasma natürlich dichter und ruft dadurch den Eindruck von Einzelknäueln hervor. Diese zarten Wände sind dicht mit kleinen Chromatinkörnchen besetzt, sodass sie im Schnitt ein perlschnurartiges Aussehen erlangen. Die anfänglich vorhandene, sehr dünne Kernenmembran ist in späteren Stadien nicht mehr nachweisbar; trotzdem ist aber die Grenze zwischen Kern und Plasma stets klar zu erkennen. Im Kerne werden zwei oder auch mehrere Nucleolen bemerkt, die sehr viel Ähnlichkeit mit den Chromosomenbläschen des vegetativen Kernes haben, aber sich dadurch unterscheiden, dass die grossvakuoläre Grundmasse nie chromosomenartige Verdichtungen aufweist. (vergl. Haecker, Fig. 561 u. 562). Die von Haecker hervorgehobene Konstanz der Zweizahl und der symmetrischen Lage dieser Nucleolen trifft nicht zu, oder nur insofern, als die grossen Nukleolen, meistens zwei, stets an der Peripherie des Kernes liegen. Ich habe bis zu sieben Nukleolen beobachtet.

Die Auffassung Haecker's, dass der zentrale Primärkern, „Geschlechtskern“, einen polyenergiden Kern darstellt, der sich mittelbar oder unmittelbar in die Tochterkerne, Einzelknäuel, auflösen soll, kann ich nicht beistimmen. Wie schon mitgeteilt, habe ich eine Bildung von Einzelknäueln nicht beobachten können. Die Bildung der Gametenmutterkerne wird wohl auch hier bei *Oroslena regalis* in analoger Weise durch Austreten von Chromatinelementen stattfinden, wie es von Hartmann und Hammer für *Thalassophysa* beschrieben wird.

Von dem fast kompakten, nur von wenigen Vakuolen durchsetzten peripheren Protoplasma unterscheidet sich das zentrale durch die viel lockere, oft sehr zarte Struktur. Es setzt sich aus zahlreichen, dünnen Wänden zusammen, die hin und wieder grössere Plasmainseln bilden. Auf den Schnitten stellt es sich als ein feines, mehr oder weniger grossmaschiges Netzwerk dar. Die Ausbildung des zentralen Plasmas ist auch schwankend, mitunter ist es nur als ein dünner Mantel um den

zentralen Kern entwickelt oder es nimmt fast den ganzen Raum der Zentralkapsel ein, sodass das periphere Plasma mitsamt seinem Kerne nur als dünner Belag der Zentralkapselmembran erscheint. In den Plasmawänden wurden einmal auch kleine Chromatinkörner gefunden. Ein anderes Individuum zeigte das zentrale Plasma ganz von den bernsteinfarbenen, stark lichtbrechenden Körnern erfüllt. Hervorzuheben ist vielleicht noch der Umstand, dass diese Körnchen stets nur in einem der beiden Plasmen auftreten, nie in beiden gleichzeitig. Gegen das periphere Plasma ist das zentrale durch eine, wenn auch nur an manchen Stellen deutlich erkennbare, zarte Membran getrennt; häufig treten auch Verzapfungen der Plasmen auf. Die Membran, welche anfänglich Kern und Zentralplasma trennt, wird später scheinbar resorbiert, man kann sie jedenfalls nicht mehr nachweisen, sodass das Kernplasma und Zentralplasma mit einander frei in Verbindung stehen. Die in der peripheren Zone oft sehr zahlreich vorhandenen Konkretionen fehlen in der zentralen stets.

Die zentrale oder Neuplasma-masse mit der von Haecker beschriebenen Verdickung der Kernmembran in irgendwelchen Zusammenhang zu bringen, halte ich für falsch, da wie ich oben zeigte, diese Erscheinung wohl nur ein Produkt der Fixation ist.

Über den Teilungsvorgang sowohl des Kernes, als auch des Plasmas der vegetativen Stadien beim Übergang zur Gamogonie habe ich leider nichts ermitteln können, da mir derartige Stadien nicht vorlagen.

Systematik.

Wie schon angegeben, wurde die Familie der Orosphaeriden zuerst von Haeckel (1887) aufgestellt und der Legion der Phaeodarien untergeordnet. Für die Unterscheidung der Subfamilien, Gattungen und Arten waren von Haeckel nur Merkmale der Gitterschale verwendet worden. Die Subfamilie der Oroniden unterscheidet sich von der Subfamilie der Orosценiden durch den Mangel zeltförmiger Erhebungen. Zu ihr gehört die von Haeckel als Stammform angesehene Gattung *Orona*, welche eine völlig glatte Oberfläche besitzt, und die Gattung *Orosphaera*, welche durch den Besitz von Radialstacheln gekennzeichnet ist. Je nachdem diese Stacheln einfach oder mit Seitenästen versehen sind, werden die Subgenera *Oronium* und *Orothamnus* unterschieden. Die Subfamilie der Orosценiden umfasst die Genera *Orosцена* und *Oroplegma*; das letztere ist dadurch ausgezeichnet, dass die zeltförmigen Erhebungen durch ein schwammiges Gitterwerk verbunden sind. Auch das Genus *Orosцена* wird nach der Ausbildung der Radialstacheln und die Subgenera *Orosценium* und *Orodendrum* geteilt, während bei der Zerlegung des Genus *Oroplegma* in die Subgenera *Oroplegmium* und *Orodictyum*, das Kriterium darin besteht, ob die Verbindungen der zeltförmigen Erhebungen nur eine einfache äussere Gitterschale oder aber eine schwammige Hülle darstellen. Die Familie der Orosphaeriden umfasst im ganzen 27 Arten.

Dass dieses von Haeckel aufgestellte System der Revision bedarf, ergibt sich sofort, wenn man einen Blick auf die verschiedenartige Ausbildung einer Art wirft. Haeckel selber hebt denn auch hervor, dass es bei den nahe verwandten Formen oft sehr schwer zu entscheiden ist, welchem Genus oder Art man die Tiere unterordnen soll. So scheinen mir die Genera der Orosphaeren, Orosценen und Oroplegmen durch Übergänge mit einander verbunden, sodass man an der Hand von späteren Untersuchungen dieselben wohl zusammenfassen müssen wird.

Im Jahre 1901 stellte dann Borgert die neue Art *Orosцена regalis* auf, welche ihm in zwei Exemplaren aus der Irmin-

gersee zur Verfügung stand. Durch die bestimmte, jedoch irrige Behauptung Haeckels liess sich Borgert verleiten, die von ihm neue beschriebene Form auch zu den Tripyleen zu stellen. Er hebt jedoch hervor, dass betreffs der Systematik sich Abänderungen als notwendig erwiesen haben, auf die er erst in der ausführlichen Bearbeitung der von der Plankton-Expedition heimgebrachten Tripyleen eingehen könne.

Erst Haecker hat die Orosphaeriden aus der Legion der Tripyleen gelöst und zu den Peripyleen gestellt. Auf Grund der grossen Individualvariationen hat Haecker die Art *Oroscena regalis* in vier Typen oder Varianten gegliedert. Er unterscheidet einen zarten, einen mittleren, einen derben und einen Oroplegma-ähnlichen Typus (*Oroscena regalis gracilis*, — *intermedia*, — *robusta* und — *oroplegmoides*.)

Der von Haecker gegebenen Definition schliesse ich mich an, und füge sie hier ein:

„Gattung. *Oroscena*. Haeckel.

Orosphaeriden mit mehr oder weniger stark pyramidenförmig ausgezogenen Stachelbasen.

Oroscena regalis. Borgert.

Schale leicht polyedrisch, monaxon, ungleichpolig, mit gewölbter Apikal- und abgeplatteter Basalfläche, mit unregelmässigen, meist viereckigen Maschenlücken und bedornten Balken. Stachelbasen mehr oder weniger ausgezogen.

Radialstacheln der apikalen Fläche kürzer als der Schalendurchmesser, cylindrisch bis keulenförmig, mit dorniger Oberfläche, am Scheitel selber in einer Gruppe von zweien oder dreien (Apikalgabel), im übrigen in mehreren unregelmässigen Kränzen um die Hauptachse angeordnet. Die Radialstacheln am Rande der Basalfläche (Basalstacheln) länger als der Schalendurchmesser, mit verzweigten und bedornten Seitenästen besetzt, zuweilen untereinander anastomosierend.

Höhe der Gitterschale 1,4—1,5 mm; grösste Breite 1,6—1,8 mm (nach Borgert 1,7—2,3 mm), Länge der Basalstacheln 2—2,2 mm, grösster Durchmesser des gesamten Tieres 4—4,5 mm.“

Die Zahl der von Haeckel beschriebenen Arten ist wohl zu verringern. Da Haeckel zum grössten Teile nur Schalenbruchstücke zur Untersuchung erhalten, ist anzunehmen, dass Stücke, welche mit Apikalstacheln besetzt waren, für eine andere Art gehalten werden konnten, als solche, welche die verzweigten Basalstacheln trugen. Einige der beschriebenen Arten der Genera *Orosphaera*, *Orosцена* und *Oroplegma* sind mit grosser Wahrscheinlichkeit mit den verschiedenen Typen von *Orosцена regalis* zu identifizieren.

Über die Verbreitung der Orosphaeriden ist mitzuteilen, dass sie vom „Challenger“ sowohl im Atlantik als auch im Pazifik, besonders in den zentralen Teilen erbeutet worden sind, auch aus dem Indik wurden zwei Exemplare beschrieben. Die meisten Formen wurden im Radiolarienschlamme des Pazifik gefunden. Die vom „National“ heimgebrachten Orosphaeriden stammen, mit Ausnahme von zweien in der Irmingersee gefangenen Tieren, alle aus dem Gebiet der Äquatorialströme. Sie zeigen hier, wie Borgert schon mitgeteilt hat, eine sehr gleichmässige Verteilung. Doch scheinen die Orosphaeriden nicht auf die Äquatorialströme beschränkt. Haecker hebt die gleichmässige Verteilung auch für die von der „Valdivia“ erhaltenen Individuen hervor. Sie sind im ganzen tropischen und südlichen Atlantik, in der Antarktis und in allen befahrenen Gebieten des Indik erbeutet worden.

Für die Vertikalverbreitung kommen die vom „Challenger“ erhaltenen Werte garnicht in Frage, da, wie schon erwähnt, keine vollständigen Tiere erhalten wurden und besonders, weil alle Fänge mit offenen Netzen ausgeführt wurden. Auch die Schliessnetz-fänge der Plankton-Expedition haben hierüber leider keinen Aufschluss bringen können, da keine Orosphaeriden in ihnen gefunden wurden. Die zahlreich mit dem offenen Netz aus zweihundert Metern Tiefe gemachten Planktonzüge enthielten, so weit es mir bekannt ist, nie eine Orosphaeride. Daraus kann

man ersehen, dass die Orosphaeriden in der Oberflächenzone nicht vorkommen. Man hat sie aber wohl, wie dies Haeckel und Haecker auch schon getan, als Bewohner grösserer Meeres-tiefen, odernach der Bezeichnungsweise Lo Biancos als Dämmer- oder Dunkelformen oder skoto- und nykto-planktonische Wesen anzusehen. Unter den von der „Valdivia“ ausgeführten Schliess-netzfängen fanden sich vier, welche Orosphaeriden enthielten. Diese Fänge waren in der Antarktis Station 132, in 2500 bis 1900 m und Station 136, in 1500—400 m, ferner im südlichen Indik Station 170, in 1700—1000 m und im nördlichen Indik Station 228 in 420—350 m Tiefe gemacht worden. Die Zahl dieser Schliessnetzfüge ist jedoch zu gering, um schon jetzt eine sichere Entscheidung treffen zu können. Im mittelländi-schen Meere sind bis jetzt noch keine Orosphaeriden gefunden worden.

Litteraturverzeichnis.

1862. Haeckel, E. Die Radiolarien (Rhizopoda radiaria.) Eine Monographie. Berlin 1862.
1876. Hertwig, R. Zur Histologie der Radiolarien. Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Sphaerozoiden und Thalassicolliden. Leipzig 1876.
1879. Hertwig, R. Der Organismus der Radiolarien. Jena 1879.
1881. Brandt, K. Untersuchung an Radiolarien. in: Monatsber. d. Königl. Akad. Wiss. Berlin 1881.
- 1880/82. Bütschli, O. Protozoa. I. Abteilung. Sarcodina und Sporozoa. Bronns Klassen u. Ordnungen Bd. I. Leipzig—Heidelberg. 1880—82.
1883. Bütschli, O. Beiträge zur Kenntnis der Radiarienskelette, insbesondere der Cyrtoida. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 36. 1883.
1885. Brandt, K. Die koloniebildenden Radiolarien (Sphaerozoen) des Golfes von Neapel. Fauna und Flora d. G. v. N. 13. Monogr. 1885.
- 1887a. Haeckel, E. Report on the Radiolarien collected by. H. M. S. „Challenger“ during the years 1873—1876. in: Report on the scientific results of the voyage of H. M. S. „Challenger“. Zoolog. 9. 1887.
- 1887b. Haeckel, E. Die Radiolarien (Rhizopoda radiaria.) Eine Monographie. II. Teil. Grundriss einer allgemeinen Naturgeschichte der Radiolarien. Berlin 1887.
- 1887/89. Bütschli, O. Protozoa. III. Abt. Infusoria und System der Radiolarien. Leipzig 1887—89.
1888. Haeckel, E. Die Radiolarien (Rhizopoda radiaria). Eine Monographie III. u. IV. Teil. Die Acantharien und Phaeodarien. 1888.
1889. Dreyer, F. Morpholog. Radiolarienstudien. I. Jena 1889.
1890. Dreyer, F. Morpholog. Radiolarienstudien. II. Jena 1890.

1890. Brandt, K. Neue Radiolarienstudien. in: Mitteilg. d. Vereins Schlesw.-Holst. Ärzte. Heft 12. 1890.
1892. Borgert, A. Vorbericht über einige Phaeodarien-(Triplyleen-) Familien der Plankton-Expedition. Ergeb. d. Plankt.-Exped. d. Humboldtstiftung Bd. 1. A. Kiel—Leipzig. 1892.
1895. Brandt, K. Biologische und faunistische Untersuchungen an Radiolarien u. anderen pelagischen Tieren. 1. Untersuchungen über den hydrostatischen Apparat von Thalassicollen und koloniebildenden Radiolarien. Zool. Jahrb. Abt. f. Syst. Bd. 9. I. 1895.
- 1896a. Borgert, A. Zur Fortpflanzung der triplyleen Radiolarien (Phaeodarien.) Zool. Anz. Bd. 19. 1896.
- 1896b. Borgert, A. Fortpflanzungsverhältnisse bei triplyleen Radiolarien (Phaeodarien). Verh. d. Zool. Ges. 1896.
1900. Borgert, A. Untersuchungen über die Fortpflanzung der triplyleen Radiolarien, speziell von Aulacantha scolymantha. H. I. Teil. Zool. Jahrb. Abt. f. Anatom. etc. Bd. 14. 2. 1900.
- 1901a. Borgert, A. Die nordischen Triplyleenarten. in: Brandt, Nordisches Plankton Nr. 15. Kiel-Leipzig. 1901.
- 1901b. Borgert, A. Die triplyleen Radiolarien des Mittelmeeres. Mitteilg. a. d. zool. Stat. z. Neapel. Bd. 14. 3-4. 1901
1901. Bütschli, O. Einige Beobachtungen über Kiesel- u. Kalknadeln von Spongien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 69. 1901.
1901. Lang, L. Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere. 2. Aufl. 2. Lief. Protozoa. Jena 1901.
1902. Brandt, K. Beiträge zur Kenntnis der Colliden I. und II. Archiv f. Protistenkunde. Bd. I. 1902.
1903. Borgert, A. Mitteilung über die Triplyleen-Ausbeute der Plankton-Expedition. II. Die Triplyleenarten aus den Schliessnetzfangen. Zoolog. Jahrb. Abt. f. System. Bd. 19. H. 6. 1903.
- 1904a. Haecker, V. Bericht über die Triplyleen-Ausbeute der deut-

Lebenslauf.

Curt Alfred Edgar Riecke wurde am 8. Mai 1883 zu Hamburg als Sohn des Lehrers Rudolf Riecke geboren; ich genoss meine Ausbildung im Wilhelmgymnasium und Realgymnasium des Johanneums zu Hamburg, sowie im Realgymnasium zu Ulzen, welches ich Ostern 1905 mit dem Zeugnis der Reife verliess. In Jena, Freiburg und Kiel lag ich meinen akademischen Studien ob. Nachdem ich ein halbes Jahr als Assistent am Laboratorium für internationale Meeresforschung zu Kiel tätig gewesen, trat ich am 1. April 1909 im hiesigen zoologischen Institut als Assistent ein. Am 22. Januar 1910 bestand ich das philosophische Doktorexamen.

Meine akademischen Lehrer waren in:

Jena: Detmer, Eggeling, Graef, Gutzmer, Haeckel, Knorr, Schlösser, Stahl, Thomae, Winkelmann, Wolff, Ziegler.
Freiburg: Claussen, Deecke, Gattermann, Meigen, G. Meyer, Oltmanns, Riesenfeld, Steinmann, Weismann, Wilkens.
Kiel: Apstein, Benecke, Brandt, Dieterici, Haas, Harms, Küster, Lohmann, Martius, Neumann, Noack, Reibisch, Reinke, Wolff.

Ihnen Allen spreche ich für die mannigfache Anregung und Förderung in meinen Studien den herzlichsten Dank aus.